

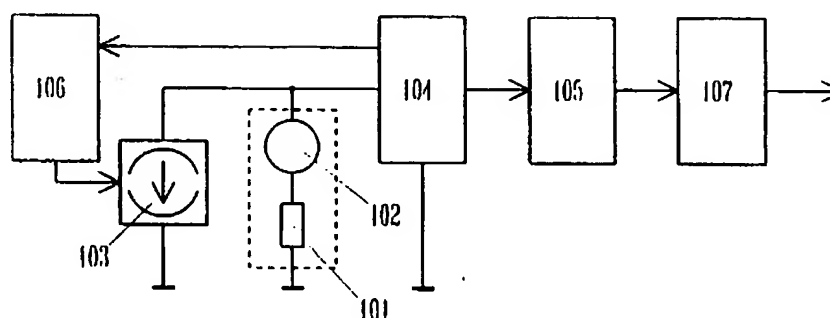
PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : A61N 1/365</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/06512</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. März 1994 (31.03.94)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE93/00888</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 16. September 1993 (16.09.93)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 42 31 602.2 17. September 1992 (17.09.92) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BIO-TRONIK MESS- UND THERAPIEGERÄTE GMBH & CO. [DE/DE]; Ingenieurbüro Berlin, Woermannkehe I, D-12359 Berlin (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SCHALDACH, Max [DE/DE]; Turnstraße 5, D-91054 Erlangen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: CHRISTIANSEN, Henning; Pacelliallee 43-45, D-14195 Berlin (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: CIRCUIT FOR MEASURING IMPEDANCE IN THE HEART

(54) Bezeichnung: SCHALTUNG ZUR MESSUNG DER IMPEDANZ IM HERZEN



(57) Abstract

A circuit for detecting the impedance in the heart by means of a pacemaker electrode arranged in the heart ventricle comprises a current source connected to the pacemaker electrode and whose current direction may be switched over by switching means, and at least one device for measuring the voltage applied to the pacemaker electrode. A value representative of the impedance in the heart is derived from the difference between voltages applied to the pacemaker electrode at two different measurement points in time at which currents of equal intensity but of opposite direction are applied to the pacemaker electrode.

(57) Zusammenfassung

Schaltung zur Erfassung der Impedanz im Herzen über die in der Herzkammer angeordnete Schrittmacherelektrode mit einer mit der Schrittmacherelektrode verbundenen, durch Schaltungsmittel in ihrer Stromrichtung umschaltbaren Stromquelle und mindestens einer Vorrichtung zur Messung der an der Schrittmacherelektrode anliegenden Spannung, wobei eine für die Impedanz im Herzen repräsentative Wert aus der Differenz der an der Schrittmacherelektrode zu zwei unterschiedlichen Meßzeitpunkten anliegenden Spannungen ermittelt wird, wobei der Schrittmacherelektrode zu diesen Zeitpunkten jeweils betragsmäßig gleiche, jedoch entgegengesetzt gerichtete Ströme aufgeprägt werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NE	Niger
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IE	Irland	PT	Portugal
BY	Belarus	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	RU	Russische Föderation
CF	Zentralafrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slowakische Republik
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CN	China	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LV	Lettland	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	MC	Monaco	UA	Ukraine
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	ML	Mali	UZ	Usbekistan
ES	Spanien	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Schaltung zur Messung der Impedanz im Herzen

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft eine Anordnung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

In einigen Fällen ist es bei dem Betrieb von Herzschrittmachern, insbesondere im Zusammenhang mit einer Anpassung

- 2 -

der Stimulationsrate an die aktuelle Belastung des Patienten, günstig, die elektrische Impedanz im Herzbereich meßtechnisch zu erfassen.

- 5 Dabei ist es beispielsweise bekannt, das Herzschlagvolumen nach Art der Impedanz-Plethysmographie, d.h. durch eine Messung der Impedanz im Herzen bestimmen. Dazu werden im einfachsten Fall zwei Elektroden ins Herz eingeführt. Fließt über diese Elektroden ein Strom bekannter Größe
10 durch das Herzvolumen, so läßt sich über eine Spannungsmessung die Impedanz im Herzen bestimmen. In der DE-36 29 587-A1 ist eine entsprechende Vorrichtung zur Messung des Ventrikularvolumens beschrieben. Eine derartige Anordnung ist für die Anwendung bei Herzschrittmachern
15 nicht geeignet.

- Aus der EP-A-0 140 472 ist ein Herzschrittmacher bekannt, bei dem über an der Schrittmacherelektrode angebrachte weitere Elektroden die Impedanz im Herzen gemessen wird
20 und mit dem daraus bestimmten Schlagvolumen die Stimulationsrate gesteuert wird. Es ist dabei eine Folge von Messungen vorgesehen, aus deren Mittelwert sich das Schlagvolumen berechnet. Nachteilig ist hierbei die

- 25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Gattung anzugeben, die insbesondere für den Einsatz bei Herzschrittmachern geeignet ist und

- Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des
30 Anspruchs 1 gelöst.

- 3 -

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß es bei Impedanzmessungen im Herzen, die letztendlich immer auf kombinierte Strom / Spannungsmessungen hinauslaufen, wichtig ist, die dort auftretenden Störspannungen, zu denen unter
5 anderem eine vom Stimulationsimpuls herrührende Polarisationsspannung gehören kann, möglichst zu eliminieren. Dies muß mit einer wegen der begrenzten Batterieladung des Schrittmachers mit möglichst geringem Energieaufwand geschehen.

10

Bei der erfindungsgemäßen Schaltung ist die Schrittmacherelektrode mit einer in ihrer Stromrichtung umschaltbaren und in ihrer Stromstärke regelbaren Stromquelle verbunden. Die an der Schrittmacherelektrode anliegende Spannung wird
15 dabei von mindestens einer Vorrichtung zur Spannungsmessung gemessen.

Die Messung erfolgt insbesondere außerhalb der Zeiten der Stimulationsimpulse oder der Zeiten, die für eine Erfassung der vom Herzen abgegebenen Signale zur Verfügung stehen müssen.
20

Ist eine nicht vom Stromfluß herrührende Spannung an der Schrittmacherelektrode vorhanden, so steuert diese einen
25 entsprechenden Beitrag zur gemessenen Spannung bei, d.h. diese Spannungsmessung ist fehlerbehaftet. Dieser Meßfehler wird eliminiert, indem die Stromrichtung durch entsprechende Schaltungsmittel umgekehrt und die an der Schrittmacherelektrode anliegende Spannung erneut gemessen
30 wird. Bei dieser Messung liefert die nicht vom Stromfluß herrührende Spannung den gleichen Beitrag wie zur ersten

Messung. Bei der Subtraktion der beiden gemessenen Spannungen heben sich diese Beiträge gegenseitig auf, während sich die nicht fehlerbehafteten Anteile wegen ihres durch die Stromumkehr entgegengesetzten Vorzeichens addieren.

5

Die zur Messung erforderlichen Ströme müssen auf diese Weise nicht so groß gemacht werden, daß der durch sie hervorgerufene Spannungsabfall an der Impedanz wesentlich größer als die Polarisationsspannung ist. Dies führt zu einer vergrößerten Lebensdauer der Schrittmacherbatterie.

10

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Größe des von der Stromquelle abgegeben, über die Schrittmacherelektrode fließenden Stroms in Abhängigkeit von der Differenz der im stromlosen Zustand nacheinander gemessenen Spannungen geregelt. Auf diese Weise läßt die Stärke des Stroms optimal dem nicht kompensierbaren Störpegel anpassen, was zu einer weiteren Entlastung der Schrittmacherbatterie führt.

20

Vorteilhafterweise erfolgt die Stromabgabe der Stromquelle in Form von Impulspaketen, wobei jedes Impulspaket aus zwei kurz hintereinanderfolgenden Rechteckimpulsen besteht. Dies vereinigt mehrere Vorteile: Zum einen verringert sich der Energiebedarf der Messung wesentlich, zum anderen lassen sich so bei einer sich zeitlich ändernden Impedanz, was im Fall des schlagenden Herzens der Fall ist, deren Momentanwerte messen. Diese Werte sind, da sich die äußere, nicht vom Meßstrom hervorgerufene Spannung bei unmittelbar aufeinanderfolgenden Impulsen nur wenig ändert, genauer als durch lange Mittelung erhaltene.

25

30

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgen die Einzelmessungen, d.h. die Abgabe der Impulspakete, in gegenüber dem zeitlichen Abstand zwischen den Einzelimpulsen großen Zeitabständen. Diese Beschränkung auf wenige Impulspakete ist in Zusammenhang mit der in Abhängigkeit vom Störpegel regelbaren Stromstärke besonders vorteilhaft. Der Störabstand erhöht sich nämlich linear mit der Zunahme des Stroms, d.h. mit dem Stromverbrauch, während bei einer statistischen Ausmittlung der Störabstand dagegen nur mit der Wurzel aus der Anzahl der Messungen und damit nur mit der Wurzel des Stromverbrauchs zunimmt. Bei implantierbaren Herzschrittmachern ist dies von großer Bedeutung, da ein Batteriewechsel immer mit einer Operation verbunden ist.

Oftmals ist nicht notwendig, den Absolutwert der Impedanz im Herzen zu kennen, vielmehr sind Informationen über deren relative Änderung ausreichend. Solche Relativmessungen sind mit wesentlich größerer Genauigkeit durchzuführen als eine Absolutmessung, vorallem wenn die zu messenden Signale sehr klein sind. In solchen Fällen können die Meßschaltungen selbst Fehler erzeugen.

Bei der erfindungsgemäßen Schaltung wird deshalb zunächst eine für die zeitliche Änderung der Impedanz im Herzen repräsentative Spannung gebildet, indem von einer zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessenen für die Impedanz repräsentativen Spannung eine weitere zu einem späteren Zeitpunkt gemessene Spannung subtrahiert wird, wobei diese beiden Spannungen durch Messungen bei in ihrer Impulsfolge übereinstimmenden Impulspaketen erhalten werden. Even-

- 6 -

tuell durch die Schaltung selber hinzugefügte Fehlspannungen werden durch diese Maßnahme eliminiert.

5 In einem weiteren Schritt, wird zu der so erhaltenen Differenzspannung eine weitere Differenzspannung addiert. Diese weitere Differenzspannung wird wie oben gewonnen, jedoch durch Spannungsmessungen an Impulspaketen mit entgegengesetzter Impulsfolge. Dadurch wird zunächst auch eine Spannung mit entgegengesetzten Vorzeichen gemessen,
10 das durch Schaltungsmittel mit einer in ihrem Vorzeichen steuerbaren Verstärkung wieder umgedreht wird.

Vorzeichenabhängige Fehlspannungen werden jetzt durch die Summation der beiden Differenzspannungen eliminiert.

15 Am Ausgang der Schaltung erscheint nun eine Summe von zeitlichen Änderungen der Impedanz im Herzen, aus der sich durch Mittelwertbildung die durchschnittliche zeitliche Änderung ermitteln läßt.

20 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es
25 zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild des Ausführungsbeispiels der Erfindung

30 Figur 2 ein Schaltbild einer Eingangsstufe des Ausführungsbeispiels nach Figur 1

- 7 -

Figur 3 einen Teil des Ausführungsbeispiels nach Figur 1 und 2

Figur 4 ein Blockschaltbild eines Teils des Ausführungsbeispiels der Erfindung gemäß Figuren 1 bis 3

Figur 5 ein Schaltbild einer Stromquelle nach Figur 1

Figur 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der erfindungsgemäßen Schaltung in einem Blockschaltbild. Die zu erfassende Impedanz im Herzen ist als Widerstand 101 mit einer in Reihe geschalteten Spannungsquelle 102 dargestellt. Die Spannungsquelle 102 symbolisiert die vom Schrittmacherimpuls herrührende Polarisationsspannung und andere Störspannungen. Die Impedanz wird von einer Stromquelle 103 mit einem Strom beaufschlagt. Die an der Impedanz anliegende Spannung wird mit einem Abtastbaustein 104 erfaßt. Dessen Ausgangssignal wird an einen ersten Differenzverstärker 105 weitergegeben, dessen Ausgangssignal von der Differenz zweier Spannungen bestimmt wird, die zu verschiedenen Zeiten durch den Abtastbaustein 104 gemessen wurden. Desweiteren ist der Abtastbaustein 104 mit einer Regelung 106 verbunden, die die Höhe des von der Stromquelle 103 abgegebenen Stroms in Abhängigkeit vom aktuellen Störspannungspegel regelt.

Das vom Differenzverstärker 105 kommende Signal wird an einen zweiten Differenzverstärker 107 weitergeleitet. Dieser bildet die Differenz zweier Differenzspannungen unterschiedlichen Vorzeichens. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 107 ist das Ausgangssignal der Schaltung.

- 8 -

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Eingangsstufe des Ab-
tastbausteins 104. Die an der Impedanz im Herzen anlie-
gende Spannung liegt über einen steuerbaren Schalter 201
an einem Kondensator 202 an, der über einen weiteren
5 steuerbaren Schalter 203 mit Masse verbunden ist. Der Kon-
densator wird durch die an der Impedanz anliegende Span-
nung geladen.

Nach einer gewissen Zeit öffnen die Schalter 201 und 203,
10 worauf zwei weitere steuerbare Schalter 204 und 205
schließen und ein Kondensator 206 geladen wird.

In einem weiteren Schritt öffnet der Schalter 204. Danach
wird ein steuerbarer Schalter 207 zusammen mit einem wei-
15 teren steuerbaren Schalter 208 geschlossen. Die Differenz
der Spannungen der Kondensatoren 206 und 202 liegt nun am
Eingang eines Operationsverstärkers 209. In dessen Gegen-
kopplungszweig liegen ein Kondensator 210 und ein weiterer
steuerbarer Schalter 211.

20 Der so als Integrator beschaltete Operationsverstärker
kompensiert die durch unvermeidliche Leckströme der Kon-
densatoren 202 und 206 auftretenden Verluste, so daß am
Ausgang der Eingangsstufe ein der Differenz der zu unter-
25 schiedlichen Zeiten an der Impedanz anliegenden Spannungen
proportionales Signal erscheint.

Werden diese Spannungen bei entgegengesetzten Strömen
durch die Impedanz gemessen, so kompensieren sich die in
30 beiden Fällen mit gleichen Vorzeichen auftretenden von den
Strömen unabhängigen Störspannungen gegenseitig.

- 9 -

Die zur Steuerung der Schalter notwendigen Impulse werden aus dem im Schrittmacher vorhandenen Taktgeber gewonnen.

Figur 3 zeigt einen Teil der Schaltung. Am Eingang befinden sich zwei Schaltungsblöcke 301 und 302. Dabei stellt jeder dieser Blöcke eine Eingangsstufe der oben beschriebenen Art dar. Diese liefern zu unterschiedlichen Zeitpunkten für die Impedanz im Herzen repräsentative Ausgangsspannungen, die einem Verstärker 303 zugeführt werden.

Mit dem verstärkten Signal der Eingangsstufe 301 wird über die Schalter 304 und 305 ein Kondensator 306 geladen. Mit Hilfe weiterer Schalter 307 und 308 liegt dann die Spannung des Kondensators 306 mit umgekehrten Vorzeichen am Eingang eines weiteren Verstärkers 309. Das verstärkte Signal der Eingangsstufe 302 wiederum wird über die Schalter 304 und 308 über den Kondensator 306 vorzeichengleich dem Verstärker 309 zugeführt, so daß an dessen Ausgang die Differenz der verstärkten Spannungen der Eingangsstufen 301 und 302 erscheint.

Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild der Schaltung mit der Abtasteinheit 104, den Differenzverstärker 105 und der detailliert dargestellten Schaltungsstufe 107. Die Differenzspannung zweier Abtasteinheiten wird an einen Kondensator 401 gelegt. Dabei ist ein Schalter 402 geschlossen. Mit Hilfe eines weiteren Schalters 403 dient die Spannung des Kondensators 401 als Referenz für eine vorzeichenentgegengesetzte Differenzspannung zweier weiterer Eingangsstufen der Abtasteinheit. Am Ausgang eines

Operationsverstärkers 404, in dessen Gegenkopplungszweig ein Kondensator 405 und ein Schalter 406 liegen, erscheint die Summe der beiden Differenzspannungen.

- 5 Figur 5 zeigt das Schaltbild einer Stromquelle des Ausführungsbeispiels. Zur Verdeutlichung des Stromflusses ist auch die zu messende Impedanz 101 eingezeichnet.

10 Im Ruhezustand, d.h. ohne Stromabgabe über die Impedanz 101, ist ein Schalter 501 geschlossen. Weitere Schalter 502, 503, 504 und 505 sind geöffnet. Zwei Widerstände 506 und 507 halten zwei Kondensatoren 508 und 509 auf halber Betriebsspannung.

- 15 Um einen positiven Stromimpuls über die Impedanz 101 abzugeben, wird der Schalter 501 geöffnet und die Schalter 503 und 505 werden geschlossen. Die Spannung des Kondensators 509 liegt nun in Reihe mit der positiven Betriebsspannung, so daß sich der Kondensator über die Impedanz entlädt. Die
20 Größe des fließenden Stroms wird dabei von einer Stromquelle 510 bestimmt.

Bei einem negativen Stromimpuls werden die Schalter 502 und 504 geschlossen, so daß der Kondensator 508 über die
25 Impedanz 101 geladen wird. Da die Stromquelle 510 wiederum in Reihe mit der Impedanz 101 und dem Kondensator 508 liegt, bestimmt sie auch hier den fließenden Strom.

- Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht
30 auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar,

- 11 -

welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich
anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

* * * * *

5

10

15

20

25

30

A n s p r ü c h e

1. Schaltung zur Erfassung der Impedanz im Herzen über
5 die in der Herzkammer angeordnete Schrittmacherelektrode
mit einer mit der Schrittmacherelektrode verbundenen,
durch Schaltungsmittel in ihrer Stromrichtung umschalt-
baren Stromquelle und mindestens einer Vorrichtung zur
Messung der an der Schrittmacherelektrode anliegenden
10 Spannung,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß eine für die Impedanz im Herzen repräsentative Wert
15 aus der Differenz der an der Schrittmacherelektrode zu
zwei unterschiedlichen Meßzeitpunkten anliegenden Spannun-
gen ermittelt wird, wobei der Schrittmacherelektrode zu
diesen Zeitpunkten jeweils betragsmäßig gleiche, jedoch
entgegengesetzt gerichtete Ströme aufgeprägt werden.

20

2. Schaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Größe des von der
Stromquelle abgegebenen, über die Schrittmacherelektrode
25 fließenden Stroms in Abhängigkeit von der Größe der Dif-
ferenz der zu unterschiedlichen Zeitpunkten im stromlosen
Zustand an der Schrittmacherelektrode anliegenden Span-
nungen eingestellt wird.

30

3. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Strom -

- 13 -

die Form von Impulspaketen aufweist, wobei jedes Impulspaket aus zwei kurz aufeinanderfolgenden Rechteckimpulsen entgegengesetzter Polarität besteht.

5

4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zeitliche Abstand zwischen den Impulspaketen groß gegenüber dem zeitlichen Abstand zwischen den einzelnen Rechteckimpulsen innerhalb eines Impulspakets ist.

5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsfolge aufeinanderfolgender Impulspakete entgegengesetzt gerichtet ist.

6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorzeichen der für die Impedanz repräsentativen Spannung bei allen Impulspaketen durch Schaltungsmittel mit einer in ihrem Vorzeichen steuerbaren Verstärkung unverändert bleibt.

25

7. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine für die zeitliche Änderung der Impedanz im Herzen repräsentative Differenzspannung dadurch gebildet wird, indem von der zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessenen, für die Impedanz im

- 14 -

Herzen repräsentativen Spannung eine weitere zu einem späteren Zeitpunkt gemessene, für die Impedanz im Herzen repräsentative Spannung subtrahiert wird, wobei diese beiden Spannungen durch Messungen bei in ihrer Impulsfolge übereinstimmenden Impulspaketen erhalten werden.

8. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe aus zwei für die zeitliche Änderung repräsentativen Differenzspannungen gebildet wird, wobei diese Differenzspannungen jeweils durch Messungen bei sich in ihrer Impulsfolge unterscheidenden Impulspaketpaaren erhalten werden.

15

* * * * *

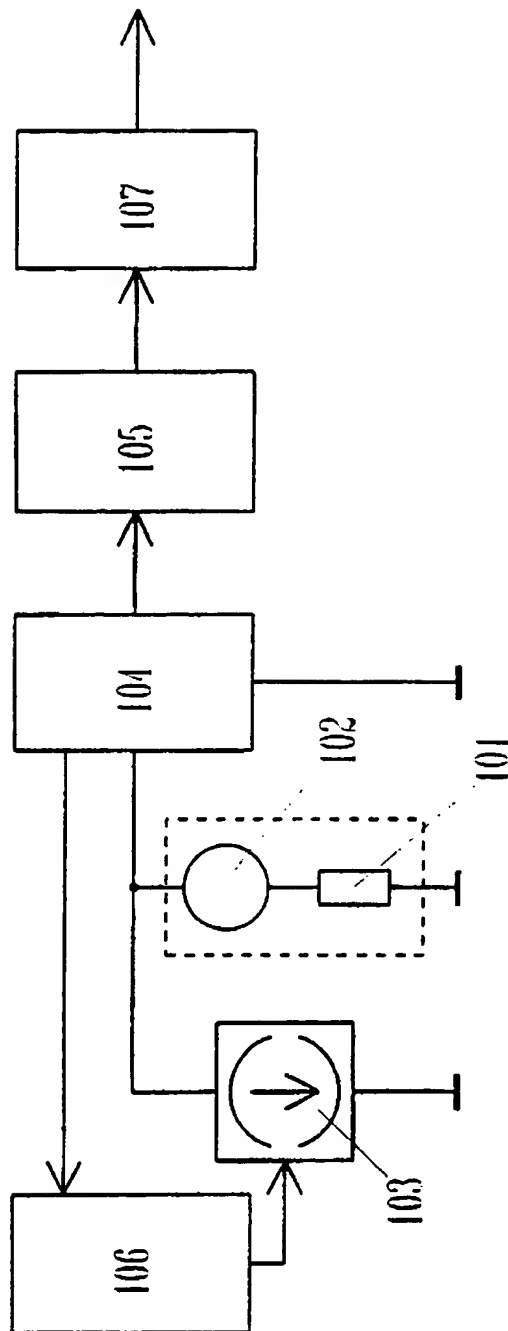
20

25

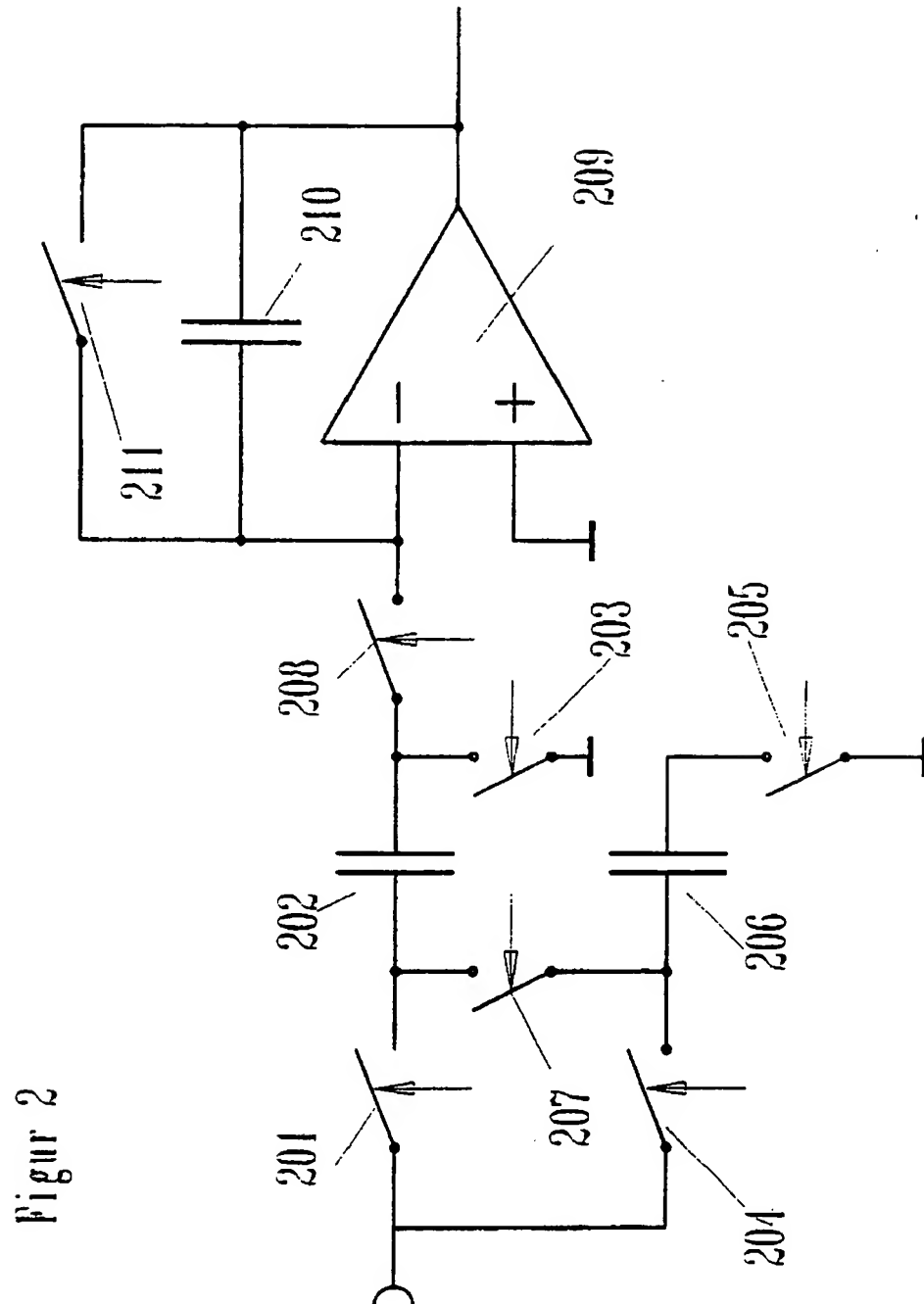
30

1/5

Figur 1

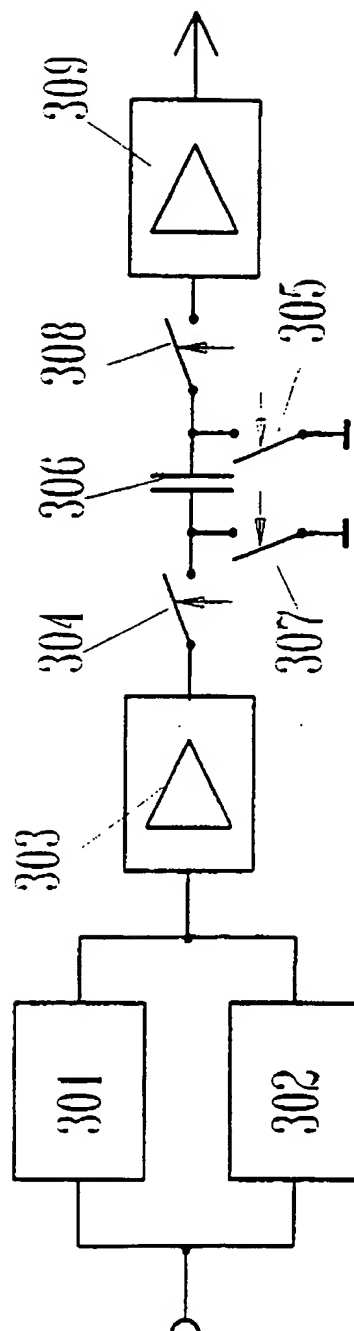


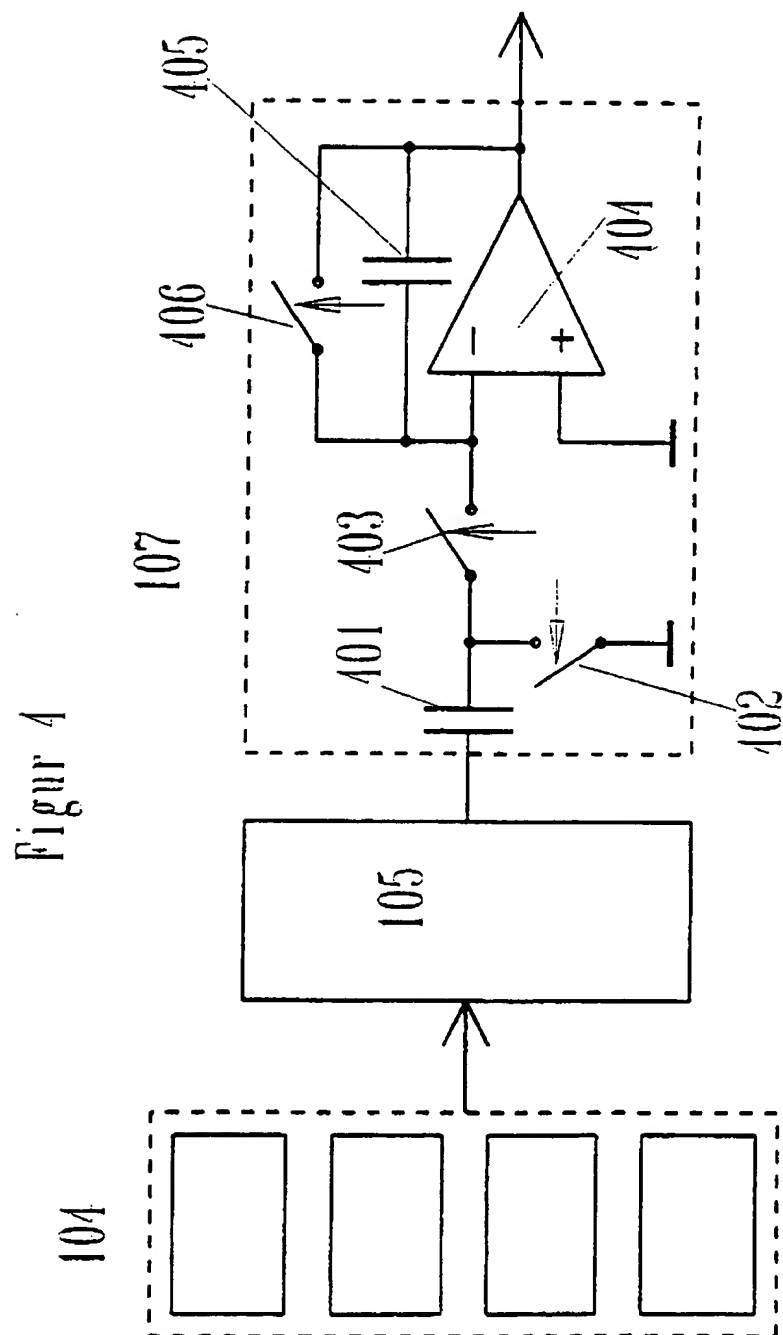
2/5

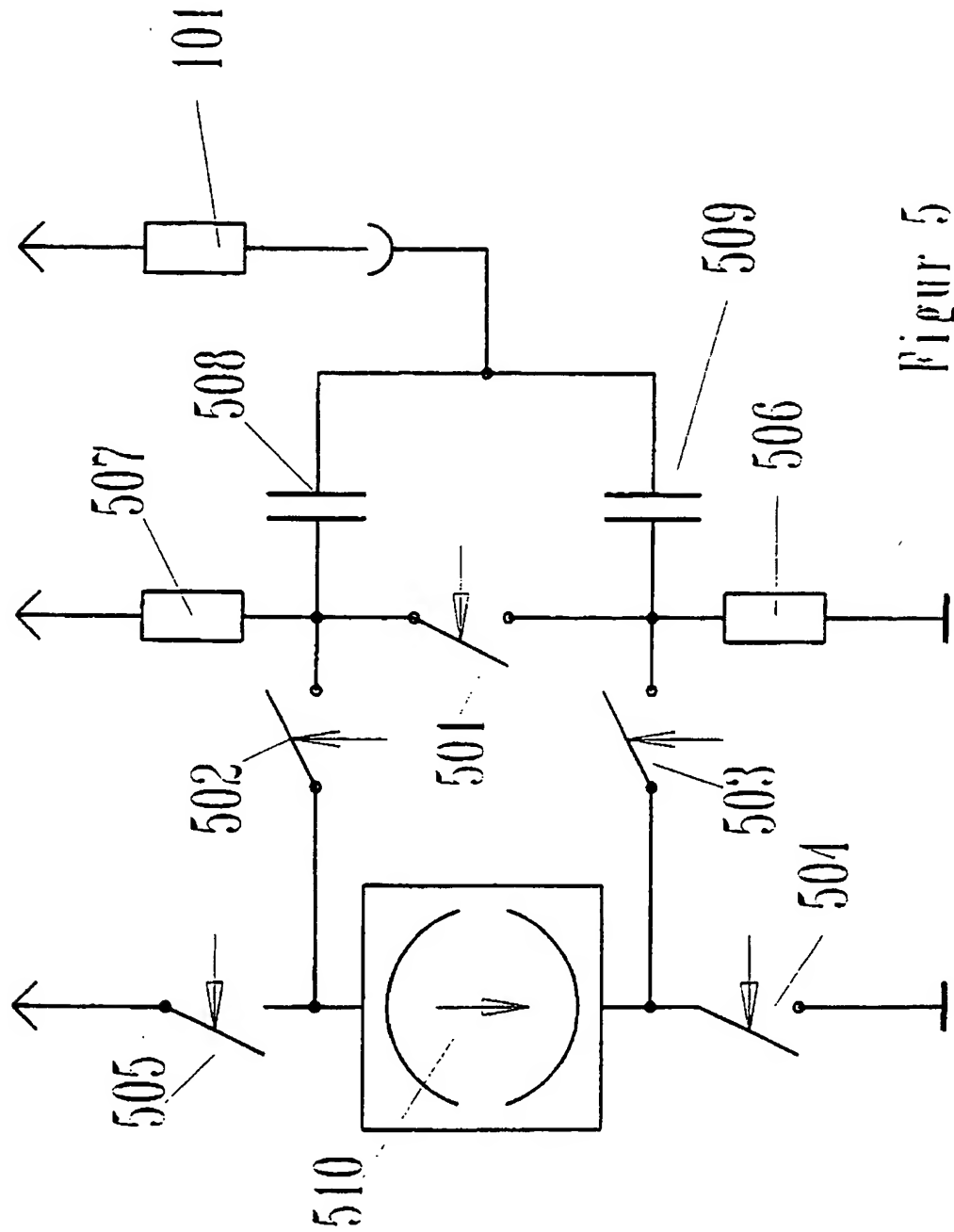


3/5

Figur 3







Figur 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 93/00888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.5 A61N1/365

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.5 A61N A61B G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, A, 0 151 689 (G. PLICCHI) 21 August 1985 see the whole document	1,3,7
A	---	8
Y	EP, A, 0 134 908 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) 27 March 1985 see abstract see page 2, line 33 - page 3, line 7 see page 6, line 28 - line 33; figure 2	1,3,7
A	----- BIOMEDIZINISCHTE TECHNIK Vol. 32, September 1987, BERLIN DE pages 41 - 42 G. BOHEIM ET. AL. 'intrakardiale Impedanzmessung zur Regelung frequenzadaptiver Schrittmachersysteme' see the whole document -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 January 1994 (19.01.94)

Date of mailing of the international search report

11 February 1994 (11.02.94)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 93/00888

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 3 871 359 (A.F. PACELA) 18 March 1975 see the whole document ---	1
A	US, A, 4 702 253 (T.A. NAPPHOLZ ET AL.) 27 October 1987 see the whole document ----	1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 93/00888

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0151689	21-08-85	US-A- 4596251	24-06-86
EP-A-0134908	27-03-85	US-A- 4667149	19-05-87
		CA-A- 1235749	26-04-88
		EP-A, B 0146605	03-07-85
		JP-T- 60501475	05-09-85
		WO-A- 8404818	06-12-84
US-A-3871359	18-03-75	NONE	
US-A-4702253	27-10-87	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 5 A61N1/365

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 5 A61N A61B G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP,A,0 151 689 (G. PLICCHI) 21. August 1985 siehe das ganze Dokument	1,3,7
A	---	8
Y	EP,A,0 134 908 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) 27. März 1985 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 33 - Seite 3, Zeile 7 siehe Seite 6, Zeile 28 - Zeile 33; Abbildung 2 --- -/--	1,3,7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

* 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

* 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

* 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

* 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

* 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* 'Z' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abchlusses der internationalen Recherche

19. Januar 1994

Abendedatum des internationalen Recherchenberichts

11-02-1994

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Ferrigno, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BIOMEDIZINISCHE TECHNIK, Bd.32, September 1987, BERLIN DE Seiten 41 - 42 G. BOHEIM ET. AL. 'intrakardiale Impedanzmessung zur Regelung frequenzadaptiver Schrittmachersysteme' siehe das ganze Dokument ---	1
A	US,A,3 871 359 (A.F. PACELA) 18. März 1975 siehe das ganze Dokument ---	1
A	US,A,4 702 253 (T.A. NAPPHOLZ ET AL.) 27. Oktober 1987 siehe das ganze Dokument -----	1

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/UE 93/00888

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0151689	21-08-85	US-A- 4596251	24-06-86
EP-A-0134908	27-03-85	US-A- 4667149	19-05-87
		CA-A- 1235749	26-04-88
		EP-A, B 0146605	03-07-85
		JP-T- 60501475	05-09-85
		WO-A- 8404818	06-12-84
US-A-3871359	18-03-75	KEINE	
US-A-4702253	27-10-87	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Juli 1992)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.